

REACTOR ROTATORIO PARA NIXTAMALIZACIÓN

CAMPO DE LA INVENCION

5

La presente invención esta relacionada con la industria de la masa y la tortilla, y cualquier industria nueva en la que se requiera la nixtamalización de cualquier producto, más específicamente se relaciona con un reactor rotatorio para la nixtamalización, con una mejor capacidad de homogeneización de los reactivos en el proceso y el producto.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15

El proceso de nixtamalización del maíz es un proceso muy antiguo en lo que actualmente es México, Guatemala y algunos otros países de Centroamérica, donde hubo asentamientos mayas. Estos procesos llegaron a tener, como muchas de las actividades cotidianas de la mayoría de las tribus prehispánicas, connotaciones religiosas.

20

Como es sabido, el proceso de nixtamalización es el cocimiento alcalino de cualquier producto. Es decir, es el cocimiento de un producto en un medio acuoso básico.

25

En algunas ocasiones específicas, la fuente de álcali para la nixtamalización fue los huesos de un ser humano ex miembro de la familia, algún guerrero que

descolló por sus aptitudes en dicha actividad, etc.

Aún actualmente, en general la fuente de álcali ha sido un hidróxido u óxido de calcio.

5

Dado que, por una parte, poco a poco el calcio, durante el proceso de nixtamalización, pasaba a las capas internas del grano de maíz, y por otra parte, el ión OH reaccionara con algún tejido del grano, o con las impurezas del mismo, estas circunstancias hacia que el medio acuoso en el que el producto se
10 estuviera cociendo, variara en la concentración de hidróxido de sodio y por lo tanto de pH.

15

Por otra parte, se sabe que la solubilidad en agua del hidróxido de calcio es muy baja y para lograr mantener la concentración adecuada, se debe de agregar al medio una cantidad que sobresature la solución con los problemas inherentes
a las precipitaciones de dicho compuesto químico.

20

En los procesos caseros, esto no originaba más que la necesidad de estar mezclando periódicamente el trinomio agua, cal y grano de maíz.

Al pasar a la nixtamalización de cantidades más grandes de maíz en los molinos o tortillerías esto llegó a ser un problema importante porque el esfuerzo
requerido para la mezcla periódica del trinomio mencionado requería de un importante esfuerzo humano.

25

Esta última problemática fue resuelta con el desarrollo de un reactor giratorio

3

descrito en la ahora patente mexicana 191283, del mismo inventor de la invención cuya descripción se hace aquí.

Se agrega en integro la descripción de la mencionada patente para su consulta en la presente invención.

Con la aplicación del reactor de dicha patente mexicana 191283, se pudo observar que aún la homogenización constante del trinomio no alcanzaba su función en forma óptima, por lo que en la presente invención se agregan algunas características estructurales a dicho reactor para mejorar su función de homogenización.

El reactor del estado de la técnica, aunque permite un cierto grado de agitación, no permite un cambio de posición importante de los elementos del trinomio.

Del análisis del comportamiento en cuanto a la temperatura imperante en los diferentes niveles de altura de los componentes del trinomio, se pudo observar que por los fenómenos de transferencia del calor, la temperatura en el centro del seno del trinomio era menor que la temperatura que se alcanzaba en las capas del trinomio en contacto con las paredes del reactor.

Lo anterior a pesar de los fenómenos de transferencia de calor proporcionada por la convección natural.

Entonces el reactor del estado de la técnica, si bien permite cierta homogenización en cuanto a las concentraciones de cal, no permite la

homogenización de la temperatura en las capas de diferentes alturas o posiciones en general.

5 Otro aspecto no divulgado den la patente mexicana 191283 fue el de la forma en como se iba a retirar el material una vez que ya estuviera nixtamalizado. El reactor rotatorio divulgado comprende una cierta inclinación, para lograr un vaciado completo del mismo cuando se haya llevado a cabo de manera óptima el proceso de nixtamalización del producto.

10 No se menciona como se logra que el trinomio se mantenga en el interior del reactor durante el proceso de nixtamalización, y como posteriormente se permite la extracción del producto nixtamalizado cuando el proceso se ha contemplado. Para lograr estas dos funciones, el medio empleado debe permitir tapar selladamente el reactor cuando este esté en el proceso de nixtamalización
15 y permita asimismo sacar el material ya procesado.

Tampoco se enseña cual es la inclinación adecuada del reactor para su correcto funcionamiento tanto durante el proceso de nixtamalización, como durante el proceso de vaciado.

20

Por otro lado, dado que algunos maíces tienen estructura más suave que otras, la operación unitaria de agitación durante la operación de nixtamalización, debería de poder ser controlada para evitar que el grano se dañe, característica de control de la agitación que no tiene el reactor tal y como fue descrito en la
25 patente mexicana MX 191283.

Actualmente se sabe que la dureza o suavidad del grano se debe al porcentaje de endospermo corneo con respecto al endospermo suave en el grano de maíz. Todos los granos tienen ambos tipos de endospermo, sin embargo en algunos predominan uno u otro y esto determina la dureza global del maíz.

5

Se sabe asimismo que el endospermo corneo esta formado por células en cuyo interior se encuentra una matriz proteica de más grosor que las matrices proteicas de las células en los endospermos harinosos, a pesar de que la pared celular de las células de los endospermos harinosos es de mayor grosor que las

10

paredes celulares de las células de los endospermos córneos.

El reactor giratorio del estado de la técnica comprende un sistema de calentamiento que consiste en dos chaquetas, una chaqueta exterior donde se hacen circular los gases quemados calientes y una chaqueta intermedia donde se contiene aceite térmico. Los gases quemados calientes ceden parte de su calor sensible al calentar el aceite térmico de la chaqueta vecina y dicho aceite térmico calienta a su vez los componentes contenidos en la cámara de nixtamalización.

15

Este sistema de calentamiento tiene serias problemáticas en cuanto al coeficiente de transmisión de calor y en cuanto a la inercia térmica del aceite. Haciendo un símil, sería equivalente al uso que se tiene de un sartén de placa gruesa, donde este tarda en calentarse y tarda en enfriarse.

20

La chaqueta exterior, de los reactores de nixtamalización rotatorios, que es la chaqueta que comprende los gases quemados, puede controlar la temperatura

25

por medio de la cantidad de combustible que se quema.

5 La chaqueta del aceite va a tener una temperatura que dependerá tanto de la temperatura que impere en el interior de la cámara interna, de la tasa de transferencia de calor de la chaqueta de aceite, de la temperatura de los gases quemados en la chaqueta exterior y de la tasa de transferencia de calor de la chaqueta externa a la chaqueta de aceite.

10 En un proceso normal de funcionamiento de reactor, se precalienta la chaqueta exterior con aire caliente y la chaqueta de aceite y la cámara de nixtamalización se precalentarán como resultado de la transmisión de calor de la chaqueta exterior y la transmisión de calor de la chaqueta de aceite a la cámara de nixtamalización.

15 Cuando las temperaturas en estas chaquetas alcanzan un nivel adecuado de temperatura, se alimentan los elementos de nixtamalización, es decir, el grano, el agua y la cal.

20 Dependiendo de la temperatura a la que se encuentran estos elementos durante la alimentación y la temperatura de la cámara, existe cierto calor que se pierde por efecto de una cierta evaporación del agua alimentada (calor latente de evaporación) y por efecto del aumento de la temperatura del trinomio agua-cal-maíz.

25 La energía requerida para estos procesos se absorbe del aceite de la chaqueta circundante, haciendo descender la temperatura del mismo. Que tan rápido se

haga el aumento de la temperatura de los elementos de la nixtamalización dependerá de que tan rápido el aceite ceda el calor requerido. Como la nixtamalización de manera apreciable se lleva a cabo a partir de los 72°C, en esta etapa existen cambios en el maíz que deberán ser tomados en cuenta para el resultado final.

Entonces, el establecimiento de una temperatura y un tiempo de nixtamalización se dificulta enormemente por la inercia que tiene el aceite para calentarse y para enfriarse.

Por otro lado, se ha visto que existen tres etapas en los procesos normales de nixtamalización, la primera etapa es la que va desde el momento de la alimentación del trinomio maíz-agua-cal hasta que se alcance la temperatura fijada como máximo para la nixtamalización, la etapa siguiente es la que consiste en el tiempo en que se conserva esta temperatura máxima y la tercera será la que va desde la temperatura máxima hasta la temperatura en que se descargará el grano nixtamalizado para pasar al paso de reposo del mismo. Se ha estimado que para una correcta nixtamalización, las diferentes etapas de la nixtamalización deberían de tener cada una un tercio del tiempo total establecido para la nixtamalización.

Una estructura que resuelva las deficiencias mencionadas del reactor del estado de la técnica significaría un avance importante en la operación de nixtamalización.

En los reactores del estado de la técnica también se dificulta el control de las

temperaturas para lograr este perfil de calentamiento, conservación y enfriamiento del trinomio maíz-agua-cal, haciendo notar que por medio de los reactores rotatorios del estado de la técnica, el trinomio maíz-agua-cal, al final consiste en un solo producto: maíz nixtamalizado con cierto contenido de agua y cal.

OBJETIVOS DE LA INVENCION

10 Uno de los objetivos de la presente invención es lograr una estructura de reactor de nixtamalización que mejore el grado de homogenización del trinomio agua, cal, producto a nixtamalizar.

15 Otro de los objetivos de la presente invención es hacer posible un reactor de nixtamalización que controle la operación de homogenizado del trinomio sin dañar los granos con porcentaje de endospermo suave con respecto al endospermo corneo más abundantes que los granos con porcentaje más abundante de endospermo corneo con respecto al endospermo suave.

20 Aún otro objetivo de la presente invención es poder proporcionar un reactor de nixtamalización que homogenice, además de la concentración de la cal en el seno del trinomio, la temperatura en cualquier punto de la masa del trinomio.

25 Todavía otro objetivo es el de mejorar el sistema de calentamiento de los reactores de nixtamalización rotatorios para lograr un control de la temperatura en el contenido de la cámara de nixtamalización.

Aún otro objetivo de la presente invención es lograr controlar los tiempos de nixtamalización en las tres etapas normales en el proceso de nixtamalización.

5 Otros objetivos y ventajas de la presente invención podrán ser aparentes del estudio de la siguiente descripción y los dibujos que se acompañan con fines exclusivamente ilustrativos y no limitativos.

BREVE DESCRIPCION DE LA INVENCION

10

En pocas palabras, por un lado la presente invención se verá reflejada en reactores con una inclinación dada, con medios de arrastre en la cámara de nixtamalización y en el sistema de calentamiento del mismo.

15 En la inclinación, puesto que se pudo demostrar que con inclinaciones superiores se reducía drásticamente la capacidad del reactor, y si la inclinación era muy pequeña, la descarga no se llevaba a cabo de forma completa.

20 Esta inclinación esta aunada con la conformación del reactor, incluyendo la posición del medio de descarga, para lograr un vaciado y una capacidad de carga óptimos.

25 Asimismo, por otro lado, los reactores que reflejan las enseñanzas de la presente invención cuentan con medios que mejoran la operación de homogenización del trinomio agua, cal y producto a nixtamalizar y medios para controlar la agitación, haciéndola más o menos intensa, dependiendo de la

dureza del producto a nixtamalizar.

5 Uno de los medios para mejorar la homogenización del trinomio consiste en dotar al reactor con medios que hagan que el agua, cal y producto que se encuentren en cierto momento en los niveles bajos del reactor, en un momento siguiente sean desplazados a niveles más altos.

10 Una modalidad para lograr lo anterior es dotar al reactor con medios de arrastre de agua, cal y producto. Adoptando éstos medios diferentes modalidades, consistiendo generalmente en unas cintas fijadas a la cara interna del reactor para lograr el arrastre. Estas cintas van fijadas a la pared interior con diferentes ángulos con respecto a la secante de la pared cilíndrica. Estas cintas pueden ser rectas, y dispuestas en forma longitudinal en el reactor, estando separadas una distancia predeterminada.

15 El ángulo al que se fijan a la cara interna de la pared más interna del reactor, junto con el sentido del giro del reactor, determinará la altura a la que el trinomio caerá. Si el ángulo de la cinta con respecto de la cara interna es agudo del lado del giro, el material tardará en caer más que si el ángulo de la cinta con respecto de la cara interna es obtuso. Un ángulo recto es adecuado y
20 que tan rápido caiga el grano, dependerá del ángulo de reposo del mismo.

La altura de estas cintas, además de su ángulo, definirá la cantidad de trinomio arrastrada. Entre más alta sea la cinta, más cantidad de material arrastrará.

25 Además, los reactores comprendiendo las enseñanzas de la presente invención,

comprenden un variador de frecuencia conectado al motor que proporciona el giro al reactor. Con esto se logra controlar la velocidad de giro del reactor, para adaptarla a la dureza del maíz que se esta nixtamalizando.

5 En la cámara de nixtamalización se estudiaron tanto el número de cintas arrastradoras como la altura de las mismas. Se tomó como variable de respuesta los cambios de posición de los diferentes segmentos del lecho del grano a nixtamalizar para medir el grado de mezclado y cambio de posición en cuanto a la altura y por otra parte la cantidad arrastrada de agua, cal y maíz en
10 cada giro del reactor.

Se comprobó lo que la lógica indica. Entre mayor es el número de cintas arrastradoras y mayor es la altura de las mismas, el volumen que arrastra es mayor, sin embargo se encontró que dependiendo de la altura de las cintas, a
15 un mismo ángulo con respecto de la cara interna de la cámara de reacción, tiene un comportamiento diferente con respecto a la altura en la que deja caer el 50% del material arrastrado. Cuando el número de paletas es excesivo y la altura es demasiado elevada, una cantidad importante del grano y el agua arrastrados, jamás llega al nivel más bajo del reactor porque el grano se
20 vaciaría en una cinta arrastradora más o menos vecina.

En el comportamiento de un reactor donde el agua agregada es tal que toda el agua con cal sea absorbida por el grano, es importante que su diseño permita que todo el grano tenga la misma probabilidad de estar en contacto con dicha
25 agua con cal para lograr un nixtamalizado homogéneo. Conforme se incrementa el número de cintas arrastradoras y estas son más altas, y puesto que en su

recorrido el agua arrastrada, al tener menor ángulo de reposo, va a caer antes que el último grano arrastrado, entonces el tiempo que este último grano arrastrado va a estar inmerso en la suspensión agua-cal va a depender del momento en que este último grano caiga hasta el fondo del reactor.

5

El simple hecho de proporcionar al menos una cinta arrastradora en el reactor se mejora el mezclado del trinomio agua cal maíz. Pero de acuerdo con la Ley de los Rendimientos Decrecientes, existe un máximo de números de paletas a proporcionarle al reactor.

10

Un comportamiento similar tiene la altura de las cintas. Un centímetro de altura en las cintas reporta un mejor comportamiento, aunque mínimo, en la homogenización del trinomio. Sin embargo se pudo determinar que una altura mayor que 40 cm, además de proporcionar una mejora negativa en la homogenización significa una necesidad de resistencia mecánica importante tanto en los medios de sujeción de las cintas a la cara interna del reactor como en la misma cinta, implicando un cambio de material, un tratamiento térmico de la misma o una cédula mas elevada, con la siguiente carga mecánica de los diferentes elementos de fijación del reactor.

15

Un mejoramiento en las cintas de arrastre fue el proporcionar a dichas cintas una configuración denominada ala de mariposa. Para ello, a dos tercios de la altura de la cinta, se forma un doblez para que el último tercio de la cinta arrastradora forme un ángulo igual a 120° con respecto a la parte recta.

20

Se pudo determinar que el número de cintas arrastradoras que pueden funcionar

25

en el reactor objeto de la presente invención van desde 1 hasta 12.

En cuanto a la altura de las cintas, esta varía desde 1 cm hasta 40 cm.

5 Por lo que respecta al sistema de calentamiento, se modificaron el número de chaquetas, dejándose únicamente 1 chaqueta. Esta chaqueta es una chaqueta conteniendo una serie de volutas, para calentar la cámara de nixtamalización, pero también puede contener en disposición alternada, volutas para el enfriamiento.

10

Un análisis de los reactores rotatorios del estado de la técnica demuestra que al tener una ΔT más amplia se tiene una pérdida de calor más grande y es que como se debe de calentar in situ el aceite a cierta temperatura, la temperatura de los gases de combustión o del aire caliente que lleguen a la chaqueta deberá estar por encima de la temperatura que se desee en el seno del trinomio agua-maíz-cal.

15

Además, con esta estructura del estado de la técnica, el control de la temperatura se consigue difícilmente, requiriendo además de grandes volúmenes de gas para lograr calentar el aceite y si bien el reactor esta diseñado para llevar a cabo la nixtamalización, no esta diseñado para llevar a cabo la transferencia de calor de la chaqueta de gases calientes a la chaqueta de aceite.

20

25 Asimismo, la superficie externa de los gases calientes es demasiado grande facilitando el escape del calor por radiación y convección. Y es que la relación

superficie expuesta volumen de la cámara, es demasiado alta.

Entonces, el calentamiento del aceite hasta la temperatura requerida se lleva a cabo en un calentador de aceite, éste está continuamente en circulación por medio de una bomba que impulsa el aceite caliente del calentador al reactor y lo envía de nuevo al calentador para completar el ciclo continuo.

En esta descripción se toma como fluido de trabajo el aceite térmico, pero se aplica asimismo a los otros fluidos.

10

El fluido de trabajo puede ser vapor de agua, gases quemados calientes y aceite térmico. La fuente de calor podría ser el quemado de un combustible o resistencias eléctricas.

15

Se propone un reactor de nixtamalización rotatorio con una sola chaqueta o dos parcialmente unidas. Estas chaquetas pueden contener el fluido de trabajo enumerado arriba.

20

Para mejorar el índice de transferencia de calor, el reactor de nixtamalización, en el caso de una única chaqueta, el interior de la misma puede llevar una serie de volutas a través de las cuales circularán los fluidos de trabajo. Estas volutas están formadas por cintas dispuestas en forma helicoidal, o por dos series de volutas dispuestas en forma entreveradas,

25

Para calentar el fluido de trabajo podrán ser los gases quemados o aceite térmico, e inclusive vapor. Para enfriar se utilizaría agua a temperatura

ambiente.

5 En una de las modalidades, el fluido de trabajo consiste en gases calientes originados durante la combustión, que se van a introducir a la chaqueta única o chaquetas parcialmente conectadas.

10 Para comprender mejor las características de la invención se acompaña a la presente descripción, como parte integrante de la misma, los dibujos con carácter ilustrativo más no limitativo, que se describen a continuación.

Para comprender mejor las características de la invención se acompaña a la presente descripción, como parte integrante de la misma, los dibujos con carácter ilustrativo más no limitativo, que se describen a continuación.

15

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

20 La figura 1 muestra un corte longitudinal esquemático del reactor objeto de la presente invención, marcando el ángulo de inclinación de dicho reactor con respecto a la horizontal.

La figura 2 ilustra un corte transversal del reactor con las cintas, que arrastran al material, fijas a un ángulo de 90 grados.

25 La figura 3 ilustra esquemáticamente el corte transversal del reactor ilustrado en la figura 2, con las cintas fijadas en forma inclinada.

La figura 4 ilustra el esquema de la conexión eléctrica del motor que mueve el reactor, al variador de frecuencia.

5 La figura 5 ilustra el detalle de la compuerta para el vaciado controlado del material nixtamalizado.

La figura 6 muestra una perspectiva convencional del reactor en la modalidad que comprende volutas de calentamiento.

10 La figura 7 ilustra en perspectiva convencional, el reactor de la presente invención en la modalidad en la cual se incluyen asimismo volutas de enfriamiento.

15 La figura 8 ilustra un corte transversal del reactor mostrando las cintas arrastradoras en la modalidad en que son rectas.

La figura 9 ilustra un corte transversal de un reactor en el cual se ha hecho instalar cintas arrastradoras con ala de gaviota.

20 La figura 10 ilustra los cambios mínimos que requiere el reactor rotatorio del estado de la técnica para el uso de un solo fluido de trabajo.

25 Para una mejor comprensión del invento, se pasará a hacer la descripción detallada de alguna de las modalidades del mismo, mostrada en los dibujos que con fines ilustrativos mas no limitativos se anexan a la presente descripción.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL INVENTO

Los detalles característicos del reactor con las enseñanzas de la presente invención, se muestran claramente en la siguiente descripción y en los dibujos
5 ilustrativos que se anexan, sirviendo los mismos signos de referencia para señalar las mismas partes.

Haciendo referencia a la figura 1, que muestra un corte longitudinal esquemático del reactor objeto de la presente invención, marcando el ángulo α
10 de inclinación de dicho reactor con respecto a la horizontal, indicaremos que este ángulo puede variar entre 15 y 30°.

Si esta inclinación es menor al extremo menor de este intervalo, el vaciado del material nixtamalizado se dificulta demasiado, quedando siempre un remanente
15 en el reactor.

Con una inclinación más grande que 30°, la capacidad del reactor, que es abierto a la atmósfera, se ve reducido para evitar el derrame del material ya que el reactor esta abierto en los extremos.

20 La figura 2 ilustra un corte transversal del reactor con las cintas, que arrastran al material, fijas a un ángulo de 90 grados. La altura h de la cinta es variable, y depende de la cantidad de material que se quiera arrastrar.

25 A mayor cantidad de material arrastrado la agitación es más enérgica y la reacción se lleva a cabo de la mejor manera, sin embargo, si el producto a

nixtamalizar es muy suave, esta agitación puede desbaratarlo dando lugar a una pasta difícil de manejar, debido a los almidones gelatinizados.

5 Se pudo constatar que una altura de cinta entre 20 y 30 centímetros permitía manejar toda la variedad de tipos de maíces, controlando la velocidad de giro del reactor.

10 La figura 3 ilustra esquemáticamente el corte transversal del reactor ilustrado en la figura 2, con las cintas fijadas en forma inclinada. La inclinación β de la cinta con respecto a la cara interna del reactor permite determinar la altura a la cual el producto va a dejarse caer en su giro. En cuanto el ángulo del lado del giro, es más agudo, más alto se transporta el material antes de caer otra vez.

15 Con un ángulo más obtuso del lado del giro, el grano empieza a resbalar más rápido, y cuando este arrastrador llega tantito por encima del cuarto de giro, el total del producto ya resbaló completamente.

20 Se pudo constatar que la inclinación adecuada de las cintas de arrastre 2 se ubica en el intervalo entre 80 y 100°. De manera óptima para la mayor parte de los maíces, el ángulo es de 90°.

La figura 4 ilustra el esquema de la conexión eléctrica del motor 40 que mueve el reactor 1, al variador de frecuencia 41.

25 Con este variador de frecuencia se logra el control de la velocidad de giro del reactor, para hacer más o menos enérgica la agitación, dependiendo de las

condiciones requeridas por el tipo de material, más o menos duro.

La figura 5 ilustra el detalle de la compuerta para el vaciado controlado del material nixtamalizado. Esta compuerta esta localizada en el extremo longitudinal más inferior del reactor, en su extremo más inferior.

Consiste en una placa con medios para fijarse selladamente contra la periferia de una ventana en el reactor. Estos medios están diseñados de manera a permitir regular la distancia entre la placa y la pared externa del reactor. Con este control se puede hacer pasar más o menos material ya nixtamalizado, controlando la cantidad de material a pasar a las otras etapas del proceso. Entre mas separada este la placa de la pared externa del reactor, más cantidad dejará pasar de material, en cada etapa del giro en la cual la salida se encuentre en la posición inferior.

15

En esta modalidad, el sellado y el control de la separación entre la placa y el reactor, se logra por medio de un par de espigas roscadas y sendas mariposas o tuercas con volantes, que al girar hacia un lado cierran y sellan, y al girar en sentido contrario separan más o menos la placa, logrando aberturas variables.

20

Puesto que el material completamente nixtamalizado es un material con toda el agua y la cal absorbida, en el momento de la descarga, no se dan problemas de escurridos. El material simplemente se desliza por efecto de la gravedad a través de la abertura correspondiente con la placa de control de vaciado, que es la que sella también durante el proceso del nixtamalizado.

25

La operación del reactor consiste entonces en recibir la cantidad de material a nixtamalizar, junto con el agua y la cal. Dependiendo de la humedad y dureza del maíz, es la cantidad de agua y cal agregadas. También con estas variables se determina el tiempo, temperatura y velocidad de giro del reactor. Dicha
5 velocidad controlada por medio del variador de frecuencia del motor del reactor giratorio. Finalizado el tiempo de nixtamalización, se abre la salida del reactor, separando la placa que controla esta salida y en cada intervalo de giro en que esta abertura este por debajo o a nivel del nivel superior del material nixtamalizado, cierta cantidad de material se dejará salir, repitiéndose estas
10 salidas hasta el completo vaciado del reactor.

Haciendo referencia a la figura 6 donde se muestra una perspectiva convencional del reactor en la modalidad que comprende volutas de calentamiento. En esta figura se ha omitido ilustrar el forro externo que
15 conforma la chaqueta en forma continua.

El cuerpo del reactor 61 comprende en su cara externa una voluta 62 que al interior conducirá el fluido de trabajo. El fluido de trabajo entrará por el extremo de voluta 63 y saldrá por el extremo contrario 64.

20 Además de lograr una circulación del aire con un mayor tiempo de residencia, al mismo tiempo se logra un desplazamiento que permite una transferencia mejor del calor sensible contenido en el fluido de trabajo (cuando se habla de gases quemados y aceite térmico) y una transferencia del calor latente y calor
25 sensible en el caso de vapor.

Lo anterior debido a que el régimen de flujo del fluido es un flujo turbulento disminuyendo el fenómeno de capa externa en conexión con la superficie interior de los conductos.

5 Asimismo se pudo determinar que aunque cualquier tipo de quemador puede lograr ventajas comparativas con respecto a los reactores del estado de la técnica, los más recomendados son los quemadores modulantes de baja presión.

10 Se tiene entonces, en una de las modalidades, un quemador que proporciona el calor sensible para lograr las temperaturas requeridas, durante el tiempo definido, a la entrada de las volutas, generalmente en la parte baja del reactor.

En caso de usar como fluido de trabajo el vapor de agua, este se alimenta
15 generalmente por la parte superior, siendo el coeficiente de transmisión de calor mucho mayor que en el caso de gases quemados.

En el caso de usar gases calientes, se presentan dos posibilidades, la primera de ellas es la de calentar ese aceite en un Dow Ther, y hacerlo circular
20 posteriormente a través de la voluta. Controlando el flujo másico y la temperatura del aceite térmico se puede controlar la temperatura del maíz nixtamalizado para un proceso preciso de nixtamalización.

La otra posibilidad consiste en calentar el aceite térmico por medio de
25 resistencias eléctricas, permitiendo un control de la temperatura por medios mecánicos eléctricos.

Para lograr un enfriamiento en el reactor al final del proceso de nixtamalización y alcanzar la temperatura de reposo, se tiene una adaptación del reactor como se puede ver en la figura 7, donde se ilustra en perspectiva convencional, el reactor de la presente invención en la modalidad en la cual se incluyen
5 asimismo volutas de enfriamiento.

Entonces, en esta modalidad, se alimentará el fluido de trabajo caliente por una de las volutas y se introducirá agua fría por la otra voluta, sin agregar gases calientes por la voluta de calentamiento, cuando se requiera reducir la
10 temperatura al interior del reactor de nixtamalización.

En la modalidad de reactor ilustrada en la figura 6, es posible lograr el enfriamiento reduciendo o apagando completamente la flama del quemador y por algún mecanismo introduciendo aire a temperatura ambiente a través de la
15 única voluta.

Aunque no se ilustra, se pudo determinar, como resultado de varias pruebas, que es posible utilizar un reactor con las características de los del estado de la técnica con dos chaquetas, llevando a cabo algunas perforaciones de ventanas
20 en la pared común de la chaqueta externa para lograr la circulación del fluido de trabajo en el interior de la chaqueta interna. El fluido de trabajo entraría entonces en la cámara externa y a través de las ventanas practicadas en la pared común.

25 Con respecto al otro aspecto de la presente invención, la figura 8 ilustra un corte transversal del reactor mostrando las cintas arrastradoras en la modalidad

en que dichas cintas son rectas. La altura (h) de la cinta es de entre 1 y 40 cm, y el número de dichas cintas (n) es entre 1 y 12.

5 La figura 9 ilustra un corte transversal de un reactor en el cual se ha hecho instalar cintas arrastradoras con ala de gaviota. En esta cintas se tiene un primer peralte p1 y un segundo peralte p2, siendo el segundo peralte 1/3 de la altura completa de la cinta.

10 La figura 10 ilustra los cambios mínimos que requiere el reactor rotatorio del estado de la técnica para el uso de un solo fluido de trabajo.

Estas modificaciones consisten simplemente en llevar a cabo unas ventanas V en la pared común de la chaqueta externa y la chaqueta interna

15 El invento ha sido descrito suficientemente como para que una persona con conocimientos medios en la materia pueda reproducir y obtener los resultados que mencionamos en la presente invención. Sin embargo, cualquier persona hábil en el campo de la técnica que compete el presente invento puede ser capaz de hacer modificaciones no descritas en la presente solicitud, sin embargo, si para la aplicación de estas modificaciones en una estructura determinada o en el proceso de manufactura del mismo, se requiere de la materia reclamada en las siguientes reivindicaciones, dichas estructuras
20 deberán ser comprendidas dentro del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

Habiendo descrito suficientemente la invención, se reclama como propiedad lo contenido en las siguientes cláusulas reivindicatorias.

5

Reivindicaciones sin derecho a prioridad

1. Reactor rotatorio para nixtamalización, del tipo formado por una cámara central y una serie de chaquetas rodeando ésta, caracterizado por comprender un extremo longitudinal a una altura dada, y otro extremo longitudinal opuesto a una altura inferior, formando la línea longitudinal del reactor con respecto a la horizontal, un ángulo seleccionado entre 15 y 30°.

10

2. Reactor rotatorio para nixtamalización, tal y como se reclama en la reivindicación anterior, caracterizado por comprender en el interior de la cámara central, fijas a la cara interna, una serie de arrastradores consistentes en unas cintas paralelas, dispuestas en forma tangencial a la cara interior de la cámara central del reactor.

15

3. Reactor rotatorio para nixtamalización, tal y como se reclama en la reivindicación anterior, caracterizado porque la cinta forma un ángulo con respecto a la cara interna de la cámara central, que se selecciona de entre 80 y 100°.

20

4. Reactor rotatorio para nixtamalización, tal y como se reclama en la reivindicación anterior, caracterizado porque la cinta forma un ángulo con respecto a la cara interna de la cámara central, que es igual a 90°.

25

5. Reactor rotatorio para nixtamalización, tal y como se reclama en cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado porque la cinta tiene una altura seleccionada de entre el intervalo formado entre 20 y 30 cm.

5 6. Reactor rotatorio para nixtamalización, tal y como se reclama en la reivindicación anterior, caracterizado porque la cinta tiene una altura de 25 cm.

10 7. Reactor rotatorio para nixtamalización, tal y como se reclama en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el reactor comprende un medio de control de salida del material nixtamalizado, consistente en una abertura en el extremo longitudinal del reactor que se encuentra a una altura inferior con respecto a la altura del extremo opuesto, una placa de perímetro mayor a la de la abertura, pero de una configuración geométrica que permita ocluir dicha abertura, y unos medios de fijación de esta
15 placa al reactor, en correspondencia de posición con la abertura, dichos medios de fijación teniendo la cualidad de permitir el control de separación entre la placa y el reactor, para permitir una mayor o menor salida de material nixtamalizado.

20 8. Reactor rotatorio para nixtamalización, tal y como se reclama en la reivindicación anterior, caracterizado porque dichos medios de fijación están formados por un par de espigas de cuerda corrida colocadas en extremos opuestos de la placa, y unos cuerpos con rosca interna para atornillar dichas espigas desplazando dicha placa hacia el reactor o separándolo de éste.

25

9. Reactor rotatorio para nixtamalización, tal y como se reclama en

cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado dichos medios de fijación están formados por un par de espigas de cuerda corrida colocadas en extremos opuestos y unos cuerpos con rosca interna para atornillar dichas espigas desplazando dicha placa hacia el reactor o separándola de éste.

5

Reivindicaciones con derecho a prioridad

10) Reactor rotatorio para nixtamalización, caracterizado el reactor porque en la cara interna de la pared que divide la cámara central de la cámara intermedia, se comprenden fijas unas cintas arrastradoras en un número
10 comprendido entre 1 y 12, con una altura de cinta entre 1 y 40 cm.

15

11) Reactor rotatorio para nixtamalización, tal y como se reclama en la reivindicación anterior, caracterizado porque dichas cintas presentan la configuración de ala de gaviota.

12) Reactor rotatorio para nixtamalización, tal y como se reclama en la reivindicación 10 ó 11, caracterizado porque tiene una sola chaqueta donde se alimenta el fluido de trabajo para el calentamiento de la cámara de nixtamalización; el fluido de trabajo es seleccionado de entre vapor, gases de
20 combustión y aceite térmico y la fuente de calor es seleccionada de entre el quemado de un combustible o el paso de energía eléctrica a través de unas resistencias.

13) Reactor rotatorio para nixtamalización, tal y como se reclama en la
25 reivindicación anterior, caracterizado porque el fluido de trabajo es el gas de combustión.

14)Reactor rotatorio para nixtamalización, tal y como se reclama en cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, caracterizado por comprender una voluta externa formada por una cinta que se une por su canto en forma helicoidal a la superficie externa de la cámara de nixtamalización, para permitir
5 que el flujo del fluido de trabajo recorra una distancia más grande logrando un mejor intercambio térmico.

15)Reactor rotatorio para nixtamalización, tal y como se reclama en la reivindicación anterior, caracterizado porque además de la voluta anterior,
10 existe una segunda voluta intermedia con el mismo desarrollo de la primera; dicha segunda voluta esta formada para permitir el paso de un segundo fluido de trabajo, a una baja temperatura en relación al primer fluido de trabajo.

16)Reactor rotatorio para nixtamalización, tal y como se reclama en la reivindicación anterior, caracterizado porque además dicha segunda voluta esta
15 formada por una media caña que se fija en el espacio intermedio de la primera voluta y sigue el mismo giro.

17)Reactor rotatorio para nixtamalización, tal y como se reclama en la reivindicación 10, caracterizado porque se comprenden dos chaquetas
20 comunicadas por medio de una serie de ventanas practicadas en la pared común de dichas chaquetas.

1/8

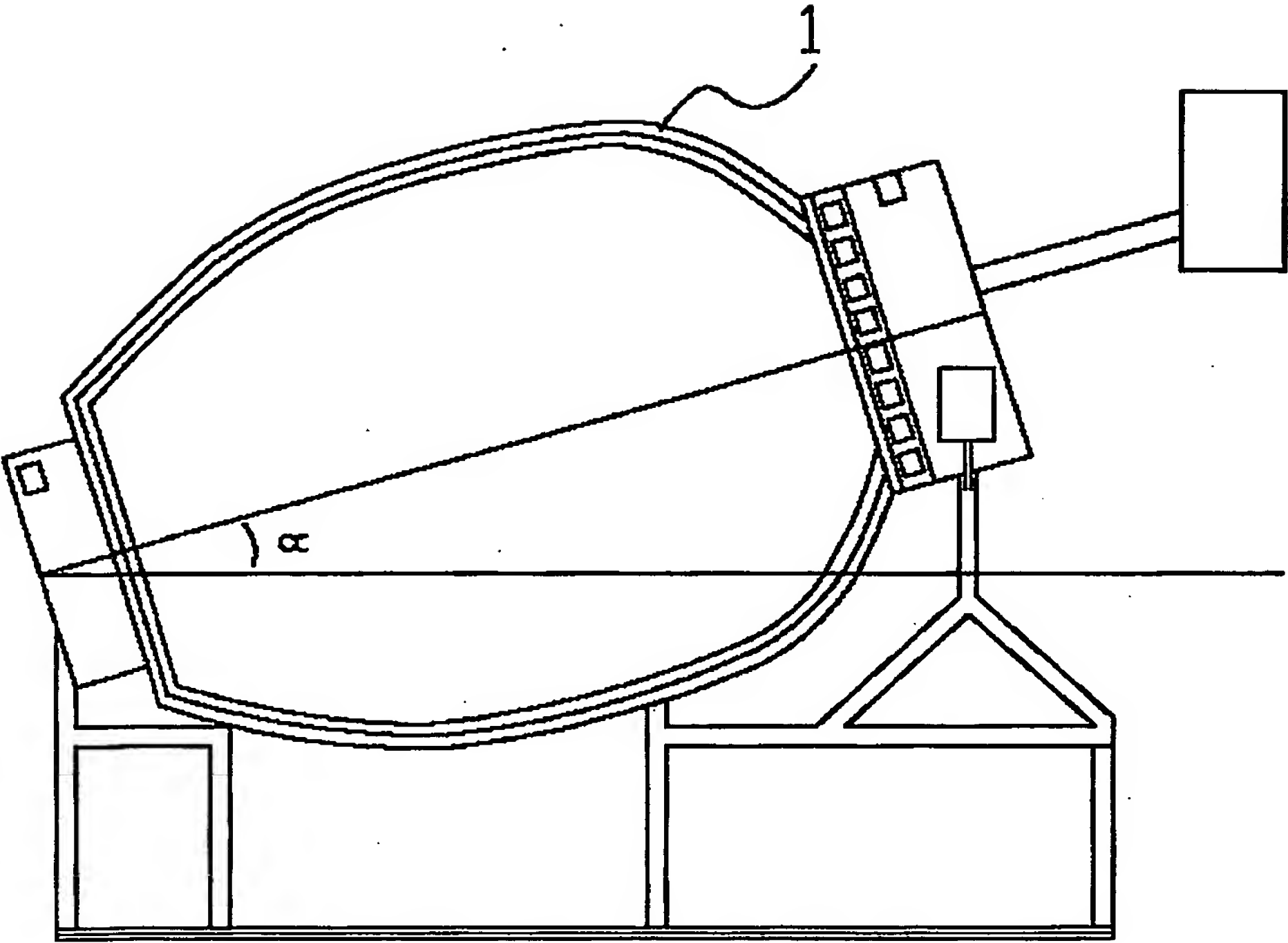


FIG. 1

2/8

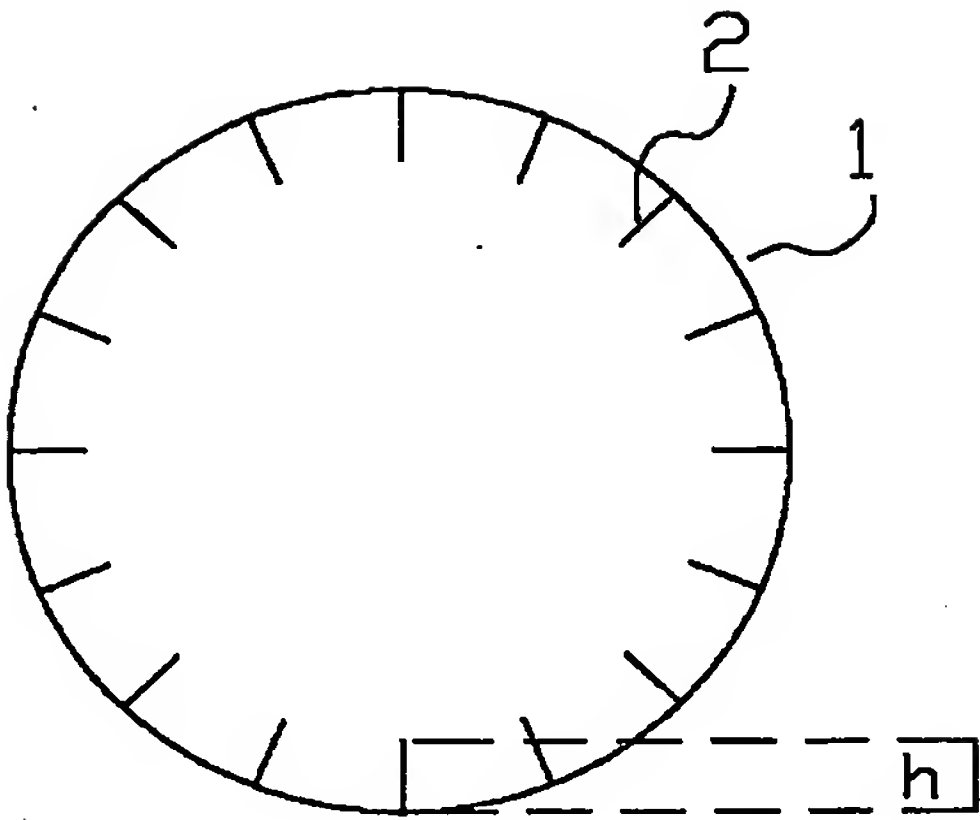


FIG. 2

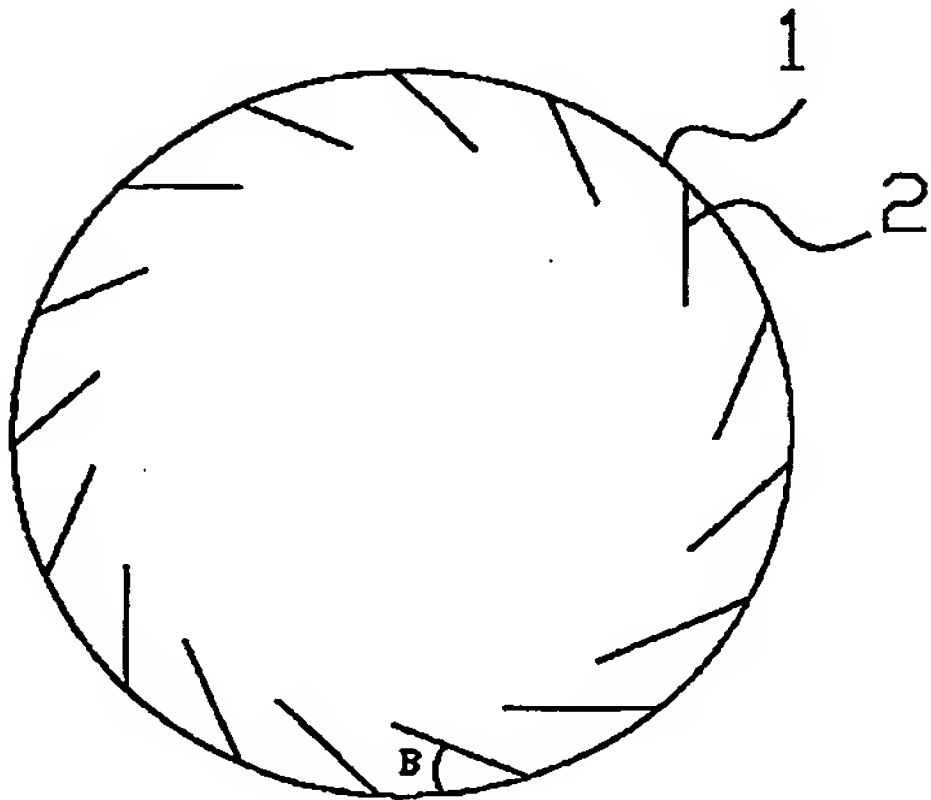


FIG. 3

3/8

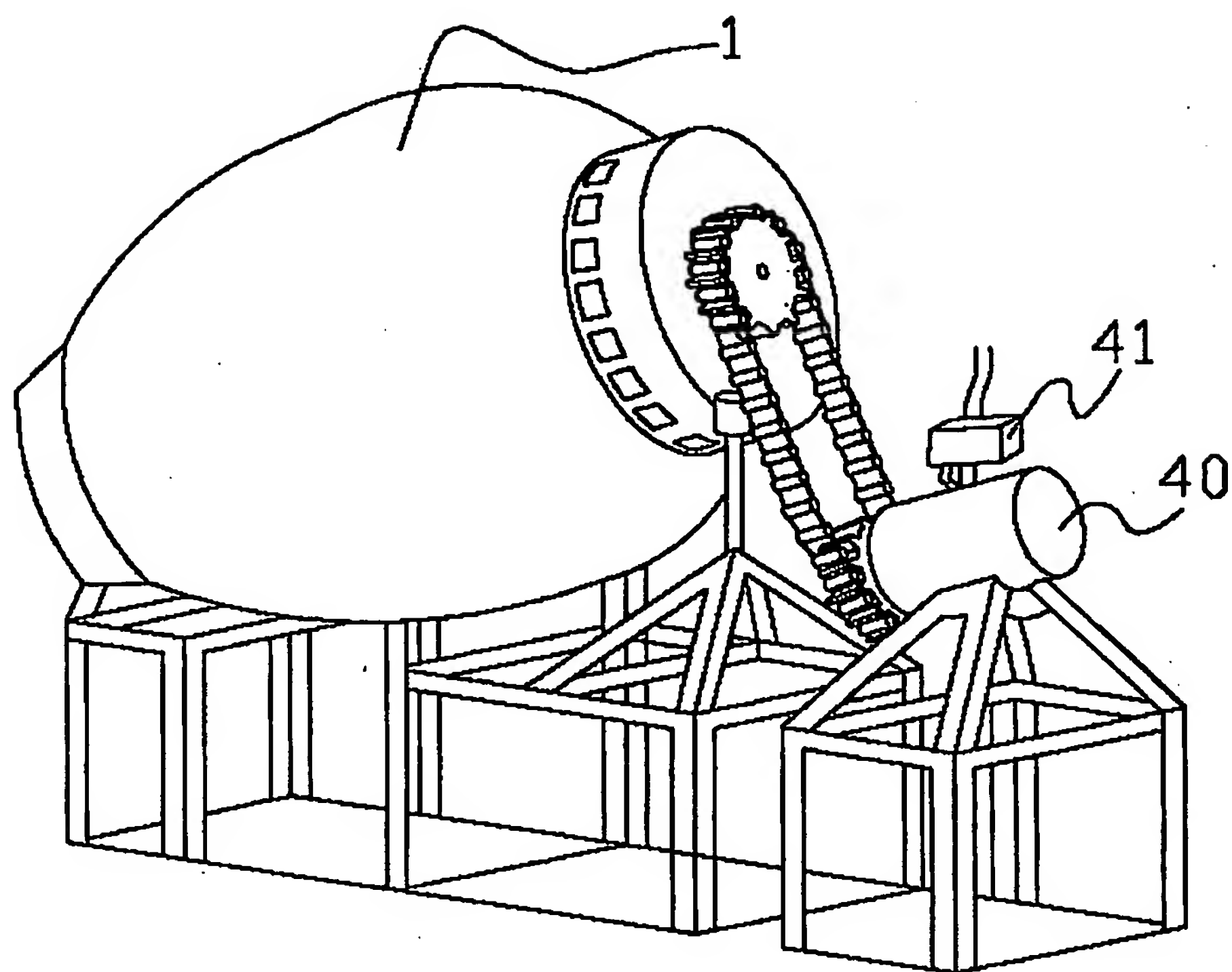


FIG. 4

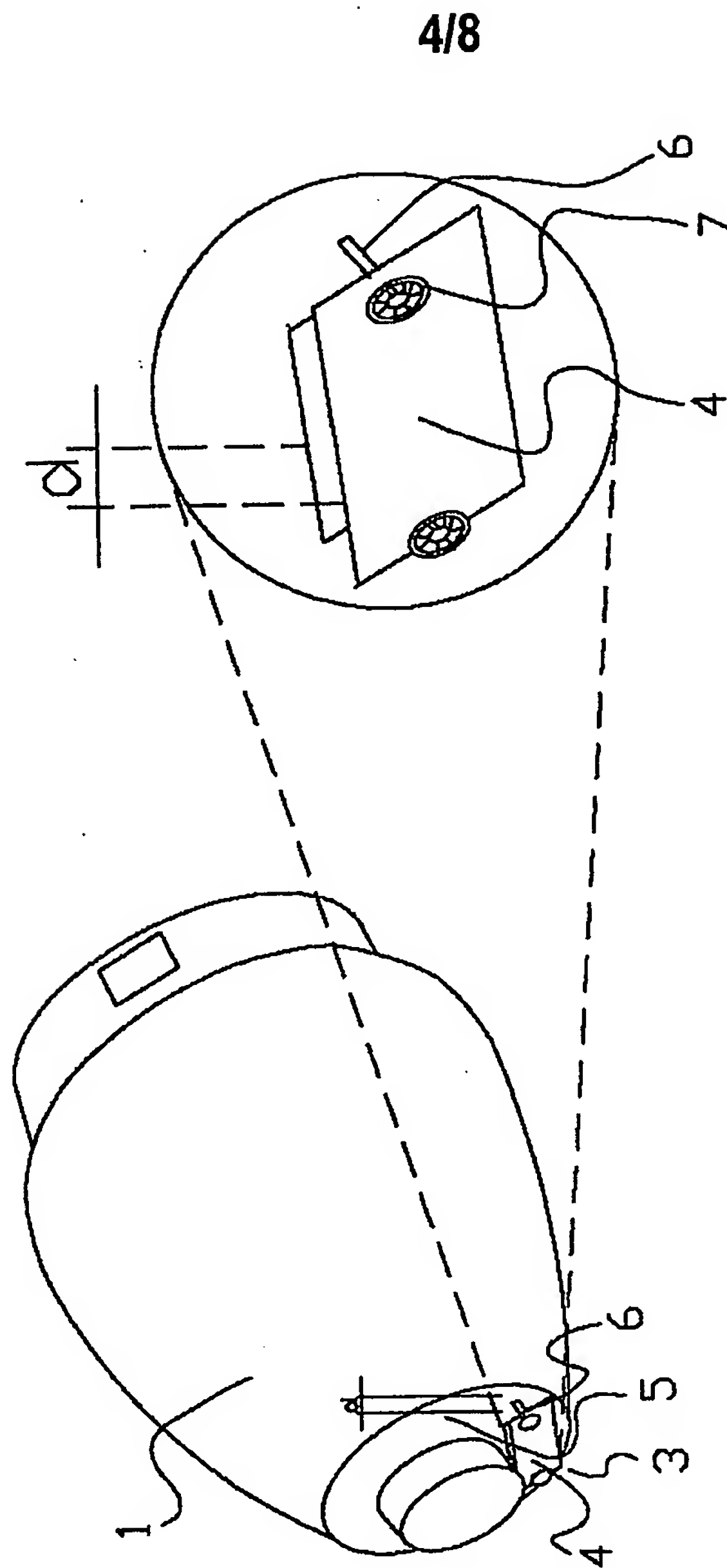


FIG. 5

5/8

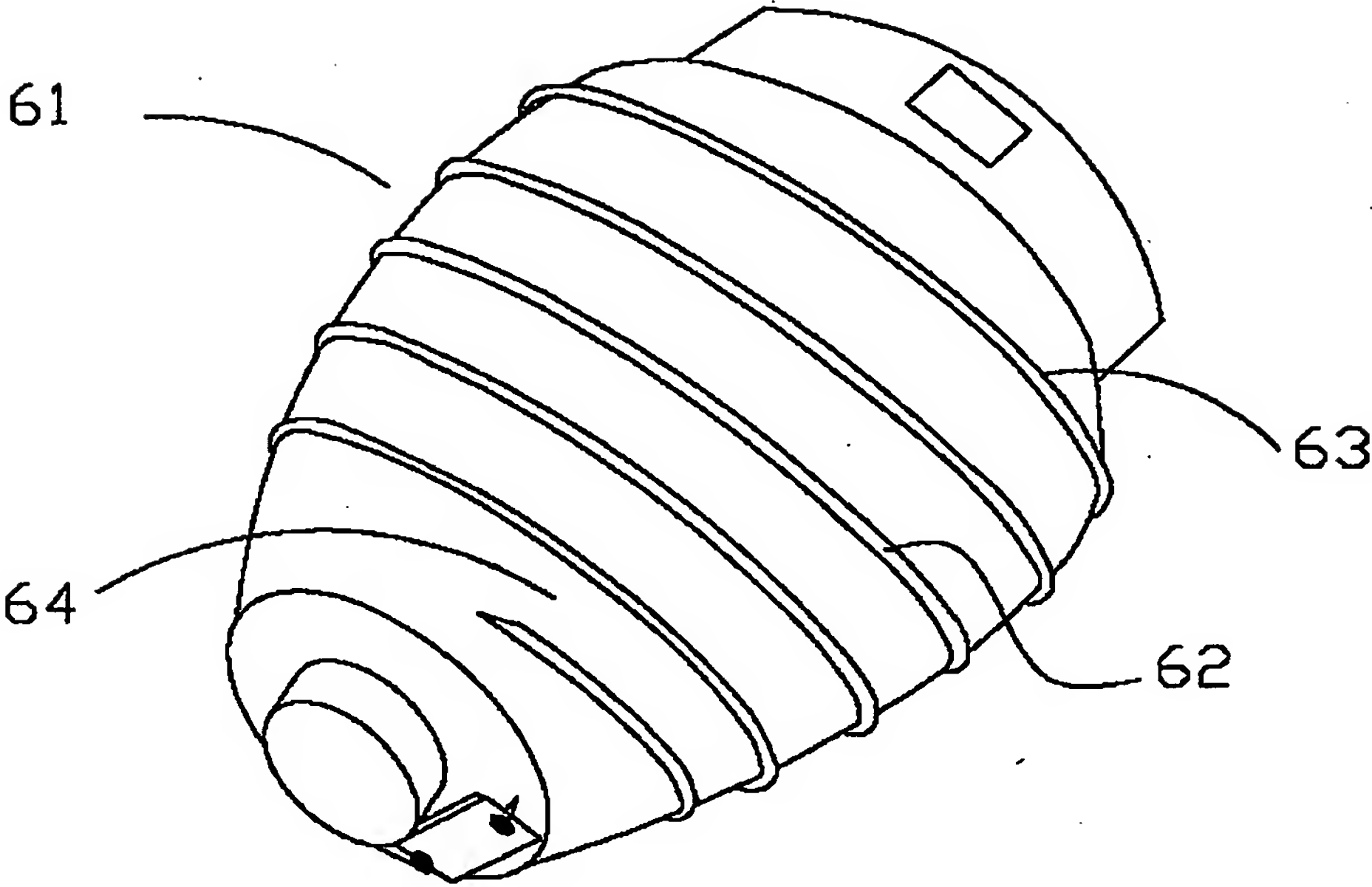


FIG. 6

6/8

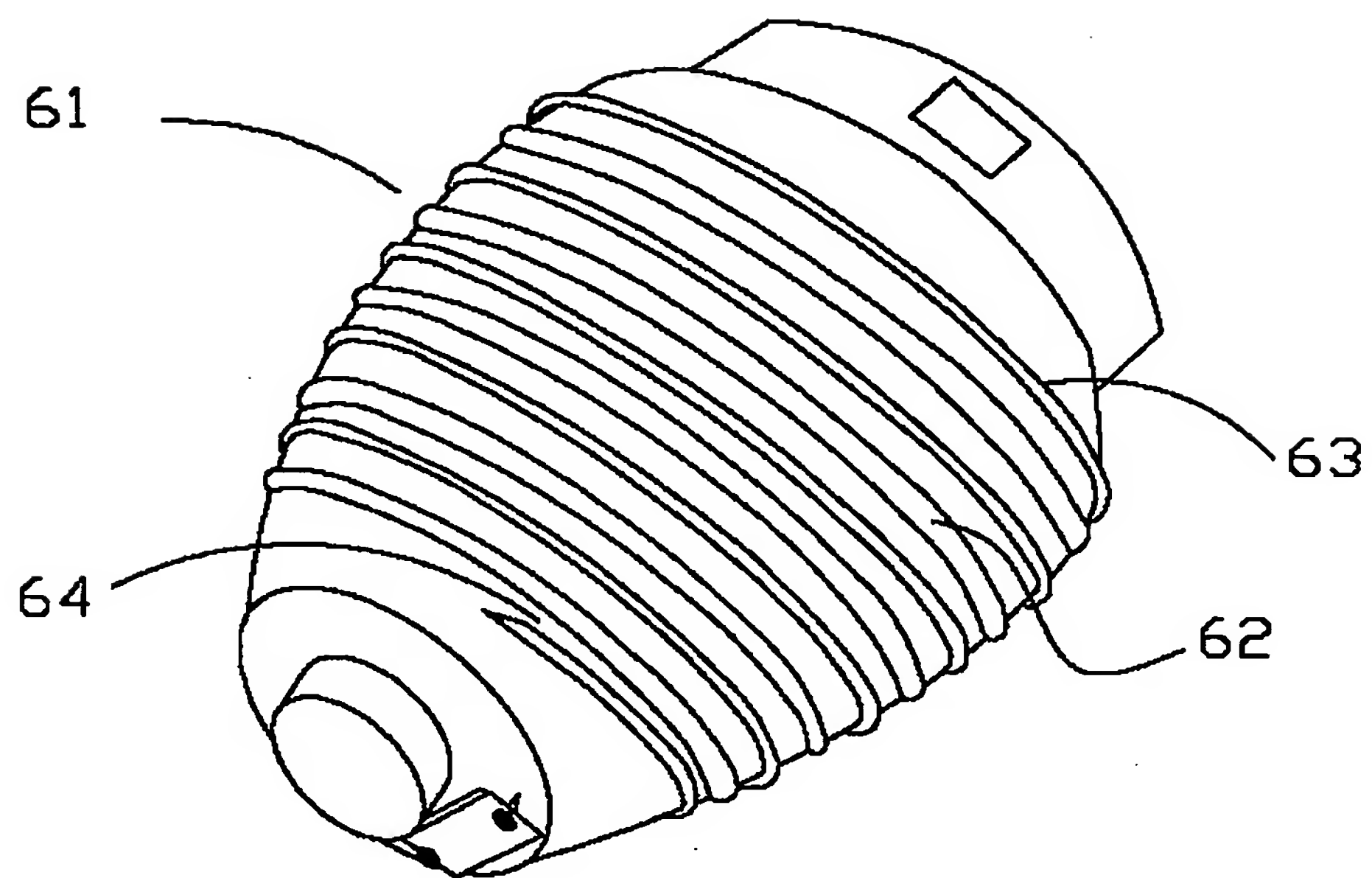


FIG. 7

7/8

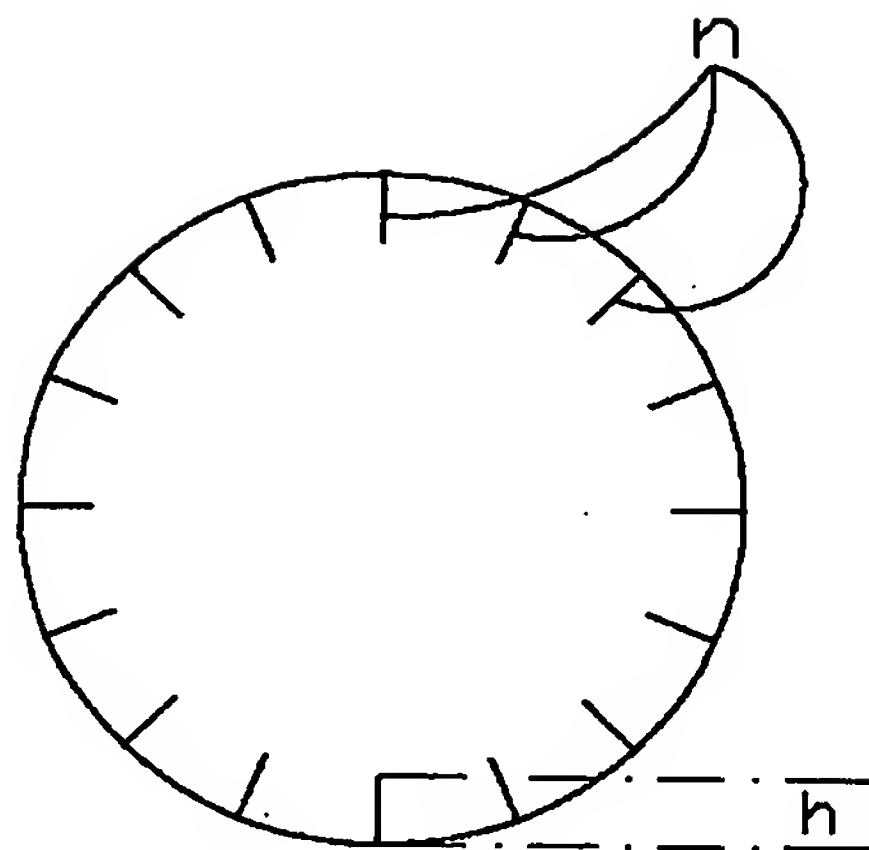


FIG. 8

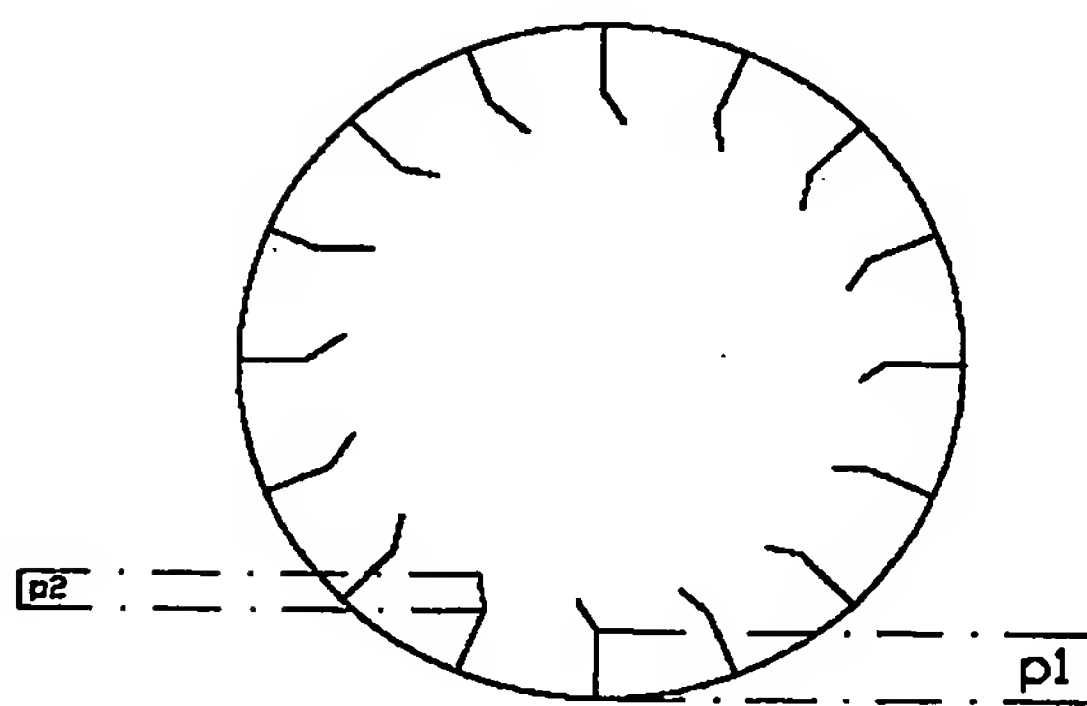


FIG. 9

8/8

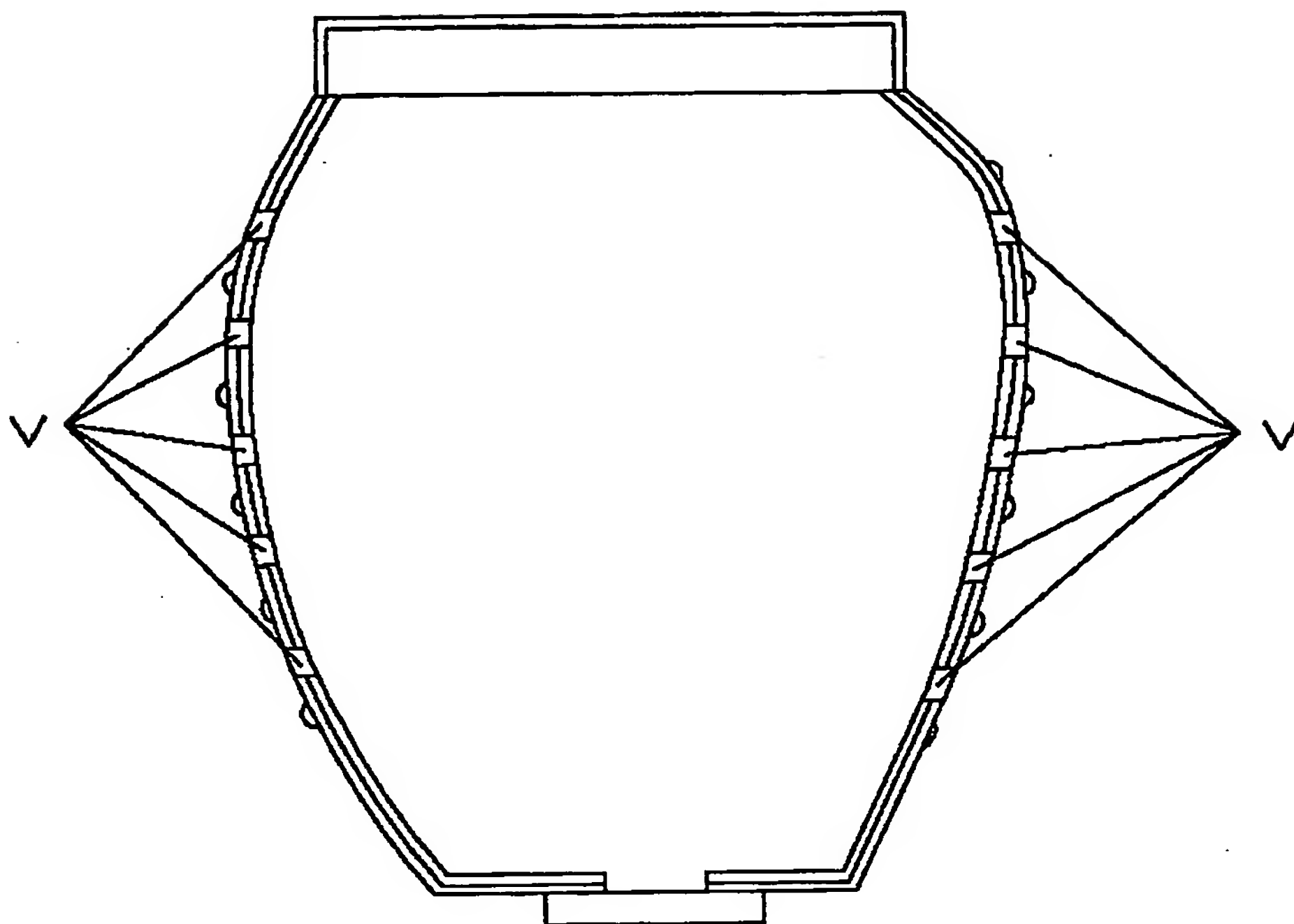


FIG. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/MX 2005/000006

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC⁷ B01J 19/28, B01F 9/06, B01F 9/04, F27B 7/16, B02B 1/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC⁷ A22C9/00, A23L1/10, A23N12/10, F28D11/*, B01J 19/28, B01F9/*, B02B1/08, F26B11/*, F27B 7/*.

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CIBEPAT, EPODOC, WPI, PAJ, BANAPA (Banco Nacional de Patentes, México)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*		Relevant to claim No.
X	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages. MX PA/a/2003/05529 A, (GRUPO PURECORN), 31.08.2003, The whole document.	1 - 9
Y	MX9201985 A (FELIPE ALBERTO SANCHEZ Y DE LA CAMARA), 31.10.1993, the whole document.	10 - 12
Y	MX9600261 A, (FELIPE ALBERTO SANCHEZ Y DE LA CAMARA), 31.07.1997, the whole document.	10 - 12
Y	US4639216 A, (SCHNUPP), 27.01.1987, col. 6 lin. 40-44; col.7 lin. 9-16.	10 - 12
Y	ES330926 A1, (INVENTA A.G.), 16.09.1967, the whole document.	12
Y	ES402186 A1, (PEDRO ACEDO DE BLAS), 01.03.1975, The whole document.	12 - 14
Y	ES435711 A1, (METALQUIMIA S.A.), 16.03.1977, The whole document. ES399132 A1, (BUSS AG), 16.12.1975, the whole document.	12 - 14 17



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 April 2005 (20.04.2005)

Date of mailing of the international search report

28 April 2005 (28.04.2005)

Name and mailing address of the ISA/

S.P.T.O.

Authorized officer

The whole document.

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/MX 2005/000006

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/ MX 2005/000006

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
MX PA/a/2003/05529 A	31.08.2003	NONE	_____
MX9600261 A	31.07.1997	MX 191283 B	22.02.1999
US4639216 A	27.01.1987	NONE	_____
ES330926 A1	16.09.1967	NONE	_____
ES402186 A1	01.03.1975	NONE	_____
ES435711 A1	16.03.1977	_____	_____
ES399132 A1	16.12.1975	BE777963 A1 NL7200488 A DE2201148 A1 FR2121729 B1 CH533823 A JP48029042 A IT946502 B US3783936 A AT313855 B CA954119 A1 GB1367967 A	02.05.1972 17.07.1972 03.08.1972 25.08.1972 15.02.1973 17.04.1973 21.05.1973 08.01.1974 11.03.1974 03.09.1974 25.09.1974
MX9201985 A	31.10.1993	NONE	_____

INFORME DE BUSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº
PCT/MX 2005/000006

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

CIP⁷ B01J 19/28, B01F 9/06, B01F 9/04, F27B 7/16, B02B 1/08

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y la CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

CIP⁷ A22C9/00, A23L1/10, A23N12/10, F28D11/*, B01J 19/28, B01F9/*, B02B1/08, F26B11/*, F27B 7/*.

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

ES

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

CIBEPAT, EPODOC, WPI, PAJ, BANAPA (Banco Nacional de Patentes, México)

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
X	MX PA/a/2003/05529 A, (GRUPO PURECORN), 31.08.2003, documento completo.	1 – 9
Y	MX9201985 A (FELIPE ALBERTO SANCHEZ Y DE LA CAMARA), 31.10.1993, documento completo.	10 - 12
Y	MX9600261 A, (FELIPE ALBERTO SANCHEZ Y DE LA CAMARA), 31.07.1997, documento completo.	10 – 12
Y	US4639216 A, (SCHNUPP), 27.01.1987, col. 6 lin. 40-44; col.7 lin. 9-16.	10 - 12
Y	ES330926 A1, (INVENTA A.G.), 16.09.1967, documento completo,	12
Y	ES402186 A1, (PEDRO ACEDO DE BLAS), 01.03.1975, documento completo.	12 – 14
Y	ES435711 A1, (METALQUIMIA S.A.), 16.03.1977, documento completo.	12 – 14
X	ES399132 A1, (BUSS AG), 16.12.1975, documento completo.	17

☐ En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos ☒ Los documentos de familias de patentes se indican en el anexo

* Categorías especiales de documentos citados:	"T"	documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.
"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.	"X"	documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.
"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.	"Y"	documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.
"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).	"&"	documento que forma parte de la misma familia de patentes.
"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.		
"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.		

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.
20 Abril 2005 (20.04.2005)

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional
28 ABR 2005 28.04.2005

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional
O.E.P.M.

Funcionario autorizado
RAFAEL DE LA CIERVA GARCIA-BERMUDEZ

C/Panamá 1, 28071 Madrid, España.
Nº de fax 34 91 3495304

Nº de teléfono + 34 91 349 54 71

INFORME DE BUSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional n°

PCT/MX 2005/000006

Recuadro II Observaciones cuando se estime que algunas reivindicaciones no pueden ser objeto de búsqueda (Continuación del punto 2 de la primera hoja)

De conformidad con el artículo 17(2)(a), algunas reivindicaciones no han podido ser objeto de búsqueda por los siguientes motivos:

1. ☐ Las reivindicaciones n°s:
se refieren a un objeto con respecto al cual esta Administración no está obligada a proceder a la búsqueda, a saber:
2. ☐ Las reivindicaciones n°s:
se refieren a elementos de la solicitud internacional que no cumplen con los requisitos establecidos, de tal modo que no pueda efectuarse una búsqueda provechosa, concretamente:
3. ☐ Las reivindicaciones n°s:
son reivindicaciones dependientes y no están redactadas de conformidad con los párrafos segundo y tercero de la regla 6.4(a).

Recuadro III Observaciones cuando falta unidad de invención (Continuación del punto 3 de la primera hoja)

La Administración encargada de la Búsqueda Internacional ha detectado varias invenciones en la presente solicitud internacional, a saber:

- 1.-Reivindicaciones 1 a 9: Reactor rotatorio para nixtamalización con una cámara central y chaquetas que la rodean, e inclinación entre 15 y 30°.
- 2.- Reivindicaciones 10-11: Reactor rotatorio para nixtamalización con una cámara central y chaquetas que la rodean, con cintas arrastradoras (paletas) en un número de 1 a 12 con altura de entre 1 y 40 cms dispuestas en la cara interna de la cámara central.
- 3.- Reivindicaciones 12 a 14: Reactor rotatorio para nixtamalización con una cámara central y una chaqueta que la rodea.
- 4.- Reivindicación 17: Reactor rotatorio para nixtamalización con una cámara central y dos chaquetas que la rodean, habilitadas dichas chaquetas por ventanas entre su pared común para operar como una chaqueta.

1. ☐ Dado que todas las tasas adicionales han sido satisfechas por el solicitante dentro del plazo, el presente informe de búsqueda internacional comprende todas las reivindicaciones que pueden ser objeto de búsqueda.
2. ☒ Dado que todas las reivindicaciones que pueden ser objeto de búsqueda pueden serlo sin un esfuerzo particular que justifique una tasa adicional, esta Administración no ha invitado al pago de ninguna tasa de esta naturaleza
3. ☐ Dado que tan sólo una parte de las tasas adicionales solicitadas ha sido satisfecha dentro del plazo por el solicitante, el presente informe de búsqueda internacional comprende solamente aquellas reivindicaciones respecto de las cuales han sido satisfechas las tasas, concretamente las reivindicaciones n°s:
4. ☐ Ninguna de las tasas adicionales solicitadas ha sido satisfecha por el solicitante dentro de plazo. En consecuencia, el presente informe de búsqueda internacional se limita a la invención mencionada en primer término en las reivindicaciones, cubierta por las reivindicaciones n°s:

Indicación en cuanto a la protesta ☐ Las tasas adicionales han sido acompañadas de una protesta por parte del solicitante.

☐ El pago de las tasas adicionales no ha sido acompañado de ninguna protesta.

INFORME DE BUSQUEDA INTERNACIONAL

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional n°

PCT/ MX 2005/000006

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de publicación
MX PA/a/2003/05529 A	31.08.2003	NINGUNO	-----
MX9600261 A	31.07.1997	MX 191283 B	22.02.1999
US4639216 A	27.01.1987	NINGUNO	-----
ES330926 A1	16.09.1967	NINGUNO	-----
ES402186 A1	01.03.1975	NINGUNO	-----
ES435711 A1	16.03.1977	NINGUNO	-----
ES399132 A1	16.12.1975	BE777963 A1 NL7200488 A DE2201148 A1 FR2121729 B1 CH533823 A JP48029042 A IT946502 B US3783936 A AT313855 B CA954119 A1 GB1367967 A	02.05.1972 17.07.1972 03.08.1972 25.08.1972 15.02.1973 17.04.1973 21.05.1973 08.01.1974 11.03.1974 03.09.1974 25.09.1974
MX9201985 A	31.10.1993	NINGUNO	-----